Rev. Fitotec. Mex. Vol. 23. 251-264. 2000

MANTENIMIENTO DE LA IDENTIDAD Y DESCRIPCIÓN DE LA VARIEDAD DE MAÍZ: CP-V-20

MAINTENANCE OF IDENTITY AND DESCRIPTION OF THE CULTIVAR OF MAIZE: CP-V-20

Jhonny Vera Coca[1], Julio Arturo Estrada Gómez[2], Aquiles Carballo Carballo[2] y Fernando Castillo González[3]

RESUMEN

Con el propósito de constatar su mantenimiento varietal y describir la variedad CP-V-20, de maíz (*Zea mays L.*) en 1997 en Montecillo, Méx. se compararon cinco ciclos de mantenimiento mediante selección familial de medios hermanos, respecto a dos orígenes de la variedad ancestro Huamantla (V-23) empleando descriptores cuantitativos y cualitativos. Los primeros relacionados con espiga y rendimiento presentaron variación en los siete tratamientos y diferencias significativas en las medias respectivas. En los caracteres cualitativos se calculó la moda y se observaron ligeras diferencias entre tratamientos; sin embargo, la mayor variación en ambos casos se detectó mediante el análisis de componentes principales, donde para los caracteres cuantitativos: longitud y ancho de la primera hoja, número de macollos, longitud de entrenudos arriba y abajo de la mazorca, diámetro de tallo, longitud de espiga y de su pedúnculo, floración masculina y femenina, altura de planta, número de mazorcas/planta, diámetro y peso de mazorca, número de hileras y granos por mazorca, peso de grano y olote entre otros, fueron los descriptores que más contribuyeron a la variación mostrada. Para los cualitativos: coloración de la vaina en plántula, pubescencia en el margen de la hoja, antocianinas en la base de las glumas, forma de la espiga, posición de ramas laterales, disposición de hileras en mazorca y forma de la corona del grano, los cuales determinaron diferencias entre orígenes. Las conclusiones fueron: Hubo cambios de CP-V-20 respecto a Huamantla (V-23) para caracteres cuantitativos. En los cualitativos sólo diferencias muy pequeñas, posiblemente debido a la medición con valores de escala. El análisis de componentes principales determinó que 18 variables cuantitativas contribuyeron a la variación observada entre los siete materiales estudiados y de las variables cualitativas únicamente ocho fueron importantes en el análisis de variación.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Zea mays L., ciclos de mantenimiento, descriptores, componentes principales.

SUMMARY

To prove the identity and description of the maize (*Zea mays L.*) cv CP-V-20, in Montecillo, México in 1997 five cycles of half sibs maintenance were compared against two origins of the parent of variety Huamantla (V-23) through quantitative and qualitative descriptors. Quantitative traits (related to spikes and yield) showed variability and significant differences in the seven treatments, while qualitative traits, using the mode only presented little differences. However, the higher variation to both cases was detected by means of principal component analysis where the following quantitative traists: first leaf lenght and wide, number of tillers, ear up and down internodes lenght, stem diameter, spike and peduncle lenght, days to male and female flowering, plant height, number of ears/plant, ear diameter and weight, number of rows and kernels/ear, kernel and cob

1 Programa Nacional Maíz. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria. Casilla 405, Sucre, Bolivia.

2 y 3 Colegio de Postgraduados. IREGEP. Especialidad de Semillas y Genética, respectivamente. Km. 36.5 Carret. México-Texcoco. C.P.56230 Montecillo, Estado de México. Tel. y Fax: 01(595) 2-0200 Ext. 1500 y 2-0262

Fecha de Recepción: 5 de Septiembre de 1998.
Fecha de Aprobación: 23 de Mayo del 2000.

weight among others were the descriptors that more contributed to the showed variation; and for qualitative traits: seedling color leaf, leaf margin pubescence, glume basis antocianin, spike shape lateral branches position, rows/ear disposition, grain crown shape, respectively, allowed to detect differences among origins. The conclusions were: that for quantitative traits cv CP-V-20 changed with respect to Huamantla (V-23). And for quantitative traits only little differences were detected, maybe due to the scale values used. The principal analysis showed that 18 quantitative traits contributed to the variation presented among the seven materials studied, and for the qualitative traits only eight were impotant in the variation analysis.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Zea mays L., maintenance cycles, descriptors, principal components.

INTRODUCCIÓN

En México, desde los inicios del mejoramiento del maíz (*Zea mays* L.) se trató de obtener variedades con variabilidad y adaptabilidad a diversas condiciones de suelo y clima (Carballo y Monroy, 1979). Así, en la formación de variedades, el punto de partida ha sido las variedades "criollas", para lo cual, se hacen pruebas en años y localidades con el fin de detectar el grupo superior, para liberar alguna variedad como tal, o bien someterla al proceso de mejoramiento poblacional (Márquez, 1991).

Dada la variabilidad genotípica y fenotípica de las variedades de polinización libre en maíz, para mantener y conservar sus características, es recomendable una identificación varietal mediante la descripción de caracteres morfológicos de la planta; asimismo, de parámetros relacionados con la mazorca y el grano. Para tal efecto, numerosos caracteres morfológicos han sido utilizados para describir líneas, híbridos y variedades de maíz. Así la oficina de protección de variedades del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), requiere datos de más de 50 caracteres morfológicos y otros bajo los lineamientos de la Unión para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV), tienen similares requerimientos. En cada país, los caracteres deben ser registrados en varias etapas de crecimiento en las plantas: plántula, antésis y maduración del grano (Smith y Smith, 1989). Sin embargo, el realizar la descripción varietal sobre el fenotipo, el cual es función de los efectos del genotipo, del ambiente y de la interacción genotipo-ambiente, es importante cada efecto para evitar cambios en la identidad genética (CIAT, 1983).

El mantenimiento varietal, constituye el paso posterior a la descripción. En este punto los caracteres de la variedad y la variación existente deben ser fijos, pues es la forma de perpetuación de la pureza genética de un material, como base de la futura multiplicación y producción de una variedad (Laverack, 1994). Para asegurar la pureza genética de los híbridos o variedades, es esencial un buen método de mantenimiento varietal. El rasgo esencial de cada uno de los métodos es que no ocurran cambios genéticos durante el mantenimiento y así se asegurará la pureza genética del material (Sneep y Hendriksen, 1979). Sin embargo, los requerimientos para el manejo de materiales genéticos pueden ser diferentes. Así, es importante distinguir entre el mantenimiento de una variedad y el mejoramiento de la misma. El primero se refiere a mantener la pureza varietal como ha sido descrita por el fitomejorador y el segundo al mejoramiento genético que conduce al establecimiento de una nueva variedad (Douglas, 1991).

A partir de la variedad de maíz Huamantla (V-23) liberada por el ex INIA-SARH (Carballo y Mendoza, 1981), en la Especialidad de Producción de Semillas del Instituto de

Recursos Genéticos y Productividad, del Colegio de Postgraduados, se obtuvo la variedad CP-V-20 (Estrada, 1991); dicha variedad fue sometida a varios ciclos de mantenimiento varietal mediante el método de selección familial de medios hermanos (SFMH). Con el propósito de constatar la eficiencia de ese método para preservar la identidad genética, así como de realizar su descripción varietal, se evaluaron varios orígenes (ciclos de mantenimiento varietal) respecto a su ancestro la variedad Huamantla mediante el análisis de descriptores cualitativos y cuantitativos y determinar las diferencias entre ambas variedades, así como los posibles cambios fenotípicos ocurridos o no por los diferentes ciclos de mantenimiento varietal aplicados a la variedad CP-V-20.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó durante el ciclo agrícola primavera de 1997; en el Colegio de Postgraduados en Montecillo, Méx., ubicado entre los paralelos de 19°30' Latitud Norte y 98°51' Longitud Oeste; a 2240 msnm. De acuerdo con Köppen (modificada por García, 1981) el clima corresponde al tipo C(Wo)(w)(i') con temperatura media anual de 15.2°C y una precipitación media anual de 636.5 mm.

El material genético (tratamientos) utilizado consistió de cinco orígenes de la variedad CP-V-20, de los cuales uno corresponde al material sin proceso de mantenimiento o ciclo cero (CMO) y los otros cuatro fueron obtenidos por ciclos de mantenimiento (CM) a partir de 1985 (Estrada,1991), incluyendo un compuesto mecánico balanceado recombinación del ciclo X (CMB-CM-X) y dos orígenes de la variedad Huamantla (V-23), que son versiones diferentes manejadas independientemente por otros investigadores (Cuadro 1); constituyendo los siete tratamientos sometidos a descripción varietal y comparación respectiva.

Para la descripción y estudio de los caracteres fenotípicos en los diferentes ciclos del material en estudio, se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con siete tratamientos distribuidos en tres repeticiones.

Cada parcela experimental estuvo integrada por 10 surcos de 10 m de longitud y 0.8 m de separación. La siembra se realizó depositando una semilla por golpe cada 0.2 m de distancia entre plantas por surco, por lo cual se tuvieron 510 plantas por unidad experimental (62 500 plantas ha^{-1}). Se realizó una fertilización fraccionada, aplicando 80-40-0 en la siembra y 80-0-0 en la escarda. Asimismo, se aplicaron herbicidas para el control de malezas de hoja ancha en postemergencia del cultivo, y control manual durante todo el ciclo vegetativo. No se efectuó control químico contra plagas y enfermedades, ya que la incidencia de las mismas fue mínima.

En la descripción varietal, se evaluaron 100 plantas con competencia completa por parcela tomadas al azar como una muestra representativa. Para la caracterización de los materiales en estudio, se utilizó la nueva "Guía Técnica para la descripción varietal en Maíz", de SAGAR- SNICS (1996), basada en los principios de la Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV).

La descripción se llevó a cabo en las etapas de plántula, floración, llenado de grano, cosecha, efectuándose la misma para caracteres cuantitativos (Cuadro 2) sujetos a medición, y cualitativos (Cuadro 5) con valores de escala.

Cuadro 1. Orígenes de las variedades CP-V-20 y Huamantla sometidos a caracterización. Montecillo, México. 1997.

Tratamiento	Genealogía	Origen
T1	CP-V-20 (CM-XI)	Tecámac-96
T2	CP-V-20 (CM-II)	Tecámac-87
T3	CP-V-20 (CM-X)	Tecámac-95
T4	CP-V-20 (CMB CM-X)	Tecámac-96
T5	CP-V-20 (CM-0)	Tecámac-92
T6	Huamantla (V-23)[1]	INIFAP-95
T7	Huamantla[1] (JMM)[2]	Montecillo-96

[1] Testigo
[2] Proporcionado por el M.C. Juan Molina Moreno.-Investigador del C.P., Montecillo, México.

En función de las plantas individuales evaluadas en cada unidad experimental, se efectuó la estimación de la variabilidad existente entre tratamientos para los caracteres cuantitativos principalmente, mediante el análisis de varianza correspondiente al modelo de bloques completos al azar con muestreo (Martínez, 1996)

En todos los caracteres cuantitativos con diferencias significativas, se realizaron las pruebas de comparación de medias de Tukey al 0.05 de probabilidad (Martínez, 1996).

Finalmente se efectuó un análisis de componentes principales (CP), el cual consiste en registrar una serie de p variables en individuos, para obtener una primera combinación lineal de variables X_1, X_2, ..., X_p, cuya varianza sea máxima, constituyendo la primera componente principal (CP 1); la segunda combinación ortogonal a la primera cuya varianza sea máxima, pero menor a la primera, constituirá la segunda componente principal (CP 2) y así sucesivamente hasta que la varianza se haga mínima con el último componente principal (Manly, 1986), de manera que el modelo lineal de componentes principales para p-características será:

$$Y_1=a_{11}X_1+a_{12}X_2+...+a_{1p}X_p.$$

$$Y_p=a_{p1}X_1+a_{p2}X_2+ \ldots +a_{pp}X_p.$$

Bajo el modelo lineal propuesto, se realizó el análisis indicado tanto en los caracteres cuantitativos como en los cualitativos (variables de escala) para determinar la variación existente en cada caso. Para este análisis se utilizó el procedimiento PRINCOMP del paquete estadístico SAS (1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variación entre tratamientos

Los caracteres cuantitativos presentaron cierto grado de variabilidad en cada uno de los tratamientos (orígenes) y variedades. En el Cuadro 2 se pueden apreciar diferencias altamente significativas entre tratamientos para la mayoría de los caracteres, excepto V18: número de macollos, V51:longitud mazorca y V55:granos por hilera en mazorca. La alta significancia estadística entre tratamientos puede ser atribuida a la variabilidad genética de los mismos, los cuales serían de mucha utilidad dentro el proceso de identificación varietal.

Los coeficientes de variación (C.V.) para la mayoría de los caracteres presentaron valores entre 10 y 20 %; que pueden ser aceptables. Sin embargo, de manera coinci-

Cuadro 2. Cuadrados medios y coeficientes de variación, determinados en caracteres cuantitativos bajo descripción y evaluación comparativa de siete tratamientos de las variedades de maíz CP-V-20 y Huamantla. Montecillo, México. 1997.

Carácter	CMT	CMR	CM (txr)	CME (m)	C.V. (%)
V2: Long. 1ª. Hojuela (cm)	76.86**	1.50NS	2.72	0.89	16.3
V3: Ancho 1ª. Hojuela (cm)	3.23**	0.05NS	0.05	0.03	12.4
V4: Relación Long./ancho	7.21**	30.3NS	1.11	0.54	17.3
V18: Número macollos (#)	4.41NS	6.35NS	4.55	0.84	104.0
V21: Long. Entren. Inf. (cm)	140.19**	2.67NS	11.98	4.64	9.4
V22: Long. Entren. Sup. (cm)	159.68**	14.40NS	17.99	4.24	8.8
V23: Diámetro tallo (cm)	1.03**	0.33NS	0.15	0.04	11.8
V32: Núm. Ramas Lat. (#)	676.52**	0.81NS	12.65	18.75	66.4
V40: Long. Panoja (cm)	459.46**	170.60**	23.06	23.92	12.
V41: Long. Eje principal (cm)	700.49**	163.42*	27.44	23.69	13.9
V42: Long. Pedúnculo (cm)	74.09*	103.23*	19.78	23.54	47.1
V45: Relación Hm/hp	0.24**	0.004NS	0.02	0.004	11.6
V46: Altura planta-Hp (cm)	53213.7**	11429.9NS	6847.88	813.09	10.8
V47: Altura Maz.-Hm (cm)	58675.8**	2364.9NS	1742.33	460.48	15.0
V48: Ancho hoja (cm)	22.39**	13.30*	3.29	1.32	10.9
V49: Núm. Maz./Pl. (#)	2.18**	0.41NS	0.23	0.15	13.9
V51: Long. Mazorca (cm)	28.49NS	23.77NS	18.37	4.74	8.1
V52: Diám. Mazorca (cm)	2.35**	2.50*	0.42	0.14	13.1
V54: Núm. Hileras/Maz. (#)	70.26**	2.15NS	3.69	5.30	13.1
V55: Granos /hilera (#)	62.75NS	132.92NS	52.45	25.15	16.6
V71: Peso mazorca (g)	28699.68**	15321.4NS	4458.94	2057.39	24.0
V72: Peso grano (g)	21812.94**	11429.1NS	3364.86	1769.13	24.9
V73: Peso olote (g)	671.07*	563.27NS	149.92	40.33	32.6
V74: Florac. Masculina (días)	35.44**	0.14NS	0.75	-	1.1
V75: Florac. Femenina. (días)	50.08**	0.33NS	0.72	-	1.0

CM (t x r) = cuadrado medio del error experimental
CME (m) = cuadrado medio del error de muestreo
** significancia a 0.01 de probabilidad
* significancia a 0.05 de probabilidad
NS no significativo

dente en todos los tratamientos, lo valores altos de C.V., fueron para los caracteres V18: número de macollos,V32: número de ramas laterales, V42:longitud del pedúnculo de la espiga, V49:número de mazorcas por planta, V75:peso del olote, V71:peso de mazorca y V72:peso de grano, los cuales pueden ser considerados como de alta variabilidad. Similares resultados fueron encontrados por otros investigadores (Orozco, 1990; Virgen, 1991).

En el caso de variables cualitativas, la caracterización se efectuó por medio de descriptores de escala y con diferente grado de equivalencia en cada uno de ellos (SAGAR SNICS, 1996). La determinación de valores con mayor frecuencia se hizo mediante el cálculo de la moda.

Comparación de medias

En las pruebas de Tukey para valores medios de variables cuantitativas (Cuadro 3), se observaron diferencias significativas entre ciertos tratamientos; sin embargo, algunos de ellos mostraron diferencias muy marcadas como el T2, que presentó los valores más bajos en algunas variables y altas en otras con relación a los demás. Este hecho se puede atribuir al origen viejo del material y a la falta de vigor de la semilla, ya que con el transcurso de los años, la misma va sufriendo un deterioro paulatino; por lo cual se ve disminuido su germinación y potencial en vigor (Copeland y McDonald, 1995). Otros materiales, como T6 y T7, mostraron promedios altos para algunos caracteres como: V32, V46, V47, V48, V71, V72, V74 y V75; que pueden ser atribuidos a su ciclo vegetativo mas tardío y al tipo de mantenimiento varietal a que estuvieron sometidos, reflejándose en valores elevados.

Los tratamientos restantes presentaron promedios similares en la mayoría de las variables, aunque los tratamientos T1 y T4 mostraron diferenciación en las características: V2, V4, V40, V46, V47, V54, V71, V72, V74 y V75; que pueden ser útiles para diferenciar los materiales de los restantes tratamientos; por último, los tratamientos T3 y T5 pueden ser importantes por la precocidad observada respecto al total de materiales evaluados

En el caso de las variables cualitativas, se presentó cierta uniformidad de valores para cada carácter en todos los tratamientos, excepto en T2 que de acuerdo a su mayor frecuencia (Moda) mostró valores distintos, con diferencias leves en las variables V9, V10, V12, V26, V30 y V39, como resultado del comportamiento ya mencionado; asimismo, el tratamiento T6 presentó ciertas diferencias para las variables V31 y V39; y en el T7 para las variables V29, V30, V31 y V53; las razones son similares con las de las variables cuantitativas.

Análisis de componentes principales

En variables cuantitativas las tres primeras componentes principales explicaron 95 % de la variación total acumulada. En el Cuadro 4, se observa que las variables de plántula (V2, V3, V4) presentaron alta variación con el componente principal 1 (CP1) y sólo una de ellas (V3) con el CP3; asimismo, las variables de tallo V21, V22, V23, V46 y V48 influyeron en la variación del CP1 y la variable V18, en el CP2. Por otro lado, respecto a los caracteres de espiga, las variables V42, V74 y V75 en el CP1, las mismas, incluyendo V40 en el CP2, resultaron importantes en su contribución a la variación de ambos componentes, y las variables V32 y V41 en el CP3. Finalmente, en el caso de los caracteres de mazorca, solamente las variables V49 y V52 estuvieron asociadas con el CP1, mientras que en el CP2, la mayoría de las variables (V55, V71, V72 y

Cuadro 3. Comparación de medias de variables (Tukey, α=0.05) bajo descripción y evaluación comparativa en siete tratamientos de las variedades de maíz CP-V-20 y Huamantla, Montecillo, México. 1997.

	Tratamientos							
Variables	T1[2]	T2	T3	T4	T5	T6	T7	DSH
V2: Long. 1a. hojuela (cm)	6.2a[1]	3.9b	6.0a	5.8a	5.9a	5.7a	5.9a	0.52
V3: Ancho 1a. hojuela (cm)	1.4a	0.9c	1.4a	1.3b	1.3b	1.5a	1.4ab	0.07
V4: Relación long./ancho	4.4a	3.9b	4.3a	4.3ab	4.3a	3.9b	4.3ab	0.33
V21: Long. entren. inf. (cm)	23.4a	21.2b	23.3a	23.5a	23.3a	21.9b	23.4a	1.11
V22: Long. entren sup. (cm)	24.0a	21.2c	23.4ab	23.9ab	23.4ab	22.6b	23.9ab	1.36
V23: Diámetro tallo (cm)	1.7b	1.9a	1.7b	1.7b	1.7b	1.7b	1.7b	0.13
V32: Num. ramas laterales	5.8c	5.7c	5.4c	5.5c	5.6c	9.4a	7.6b	1.14
V40: Long. panoja (cm)	41.4ab	39.8cd	40.2bc	40.5bc	40.5bc	38.6d	42.6a	1.54
V41: Long. eje principal (cm)	36.1a	35.2a	35.0a	35.7a	35.4a	31.7b	35.9a	1.68
V42: Long. pedúnculo (cm)	10.4a	8.8b	10.5a	10.3a	10.9a	10.5a	9.8ab	1.42
V45: Relación hm/hp	0.53b	0.51b	0.51b	0.52b	0.52b	0.57a	0.58a	0.04
V46: Altura planta -hp (cm)	265.0ab	224.7c	255.3b	260.9ab	262.7ab	284.8a	284.8a	26.6
V47: Altura maz.-hm (cm)	140.0b	113.5c	131.4b	136.2b	138.3b	154.2a	166.2a	13.4
V48: Ancho hoja (cm)	10.2c	11.2a	10.4bc	10.4bc	0.5abc	10.7ab	10.8ab	0.58
V49: Núm. Mazorcas/pl.	1.10c	1.41a	1.12c	1.14bc	1.15bc	1.29ab	1.15bc	0.15
V52: Diám. mazorca (cm)	4.8ab	4.6c	4.7abc	4.7abc	4.7abc	4.6bc	4.9a	0.21
V54: Núm. Hileras/maz.	18.1a	17.2dc	17.7abc	17.8ab	17.6abc	16.6d	17.4bc	0.63
V71: Peso mazorca (g)	190.6ab	181.8b	182.8b	188.6ab	184.3b	177.5b	208.3a	21.78
V72: Peso grano (g)	171.0ab	161.3b	163.8b	169.0ab	164.1b	160.6b	186.2a	18.91
V73: Peso olote (g)	19.6ab	20.5ab	18.9ab	19.5ab	19.4ab	16.9b	22.1a	3.99
V74: Florac. Masc. (días)	78.7d	86.7a	78.7d	79.0cd	81.3c	84.0b	85.7ab	2.48
V75: Florac. Fem. (días)	82.0c	91.0a	82.3c	82.3c	83.7c	88.3b	90.7ab	2.43

[1] Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes.
[2] T1= CM-XI; T2= CMII; T3= CM-X; T4= CMB-CMX; T5= CM-0; T6= Huamantla (V-23) y T7= Huamantla.

V73) intervinieron en la variación; en el caso del CP3, las variables V51, V54 y V73 fueron las más importantes en su contribución a la variación de dicho componente.

En la dispersión de los siete tratamientos sobre el plano determinado por las dos componentes principales (Figura 1) se pudieron definir cuatro grupos: el T7 formó el primer grupo disperso, el segundo grupo conformado por los tratamientos: T1, T3, T4 y T5 con características similares a la variación de sus variables originales; por último los tratamientos T6 y T2 constituyeron los grupos dispersos 3 y 4, respectivamente. De tal manera que la ubicación de dichos tratamientos en sus dos componentes principales, indica el diferente grado de comportamiento de sus variables y su contribución en mayor o menor valor a la variación.

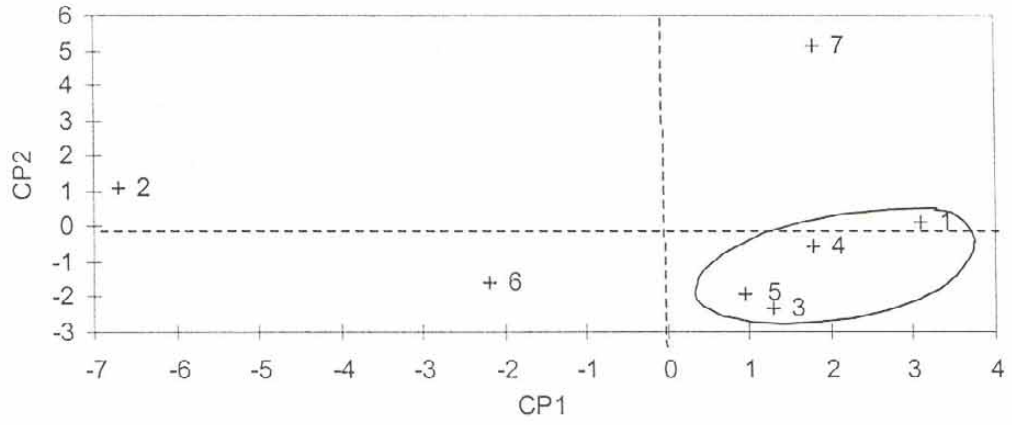


Figura 1. Diagrama de dispersión de siete orígenes de las variedades de maíz CP-V-20 y Huamantla con base en las primeras componentes principales del análisis de caracteres cuantitativos sujetos a descripción varietal, Montecillo, México. 1998.

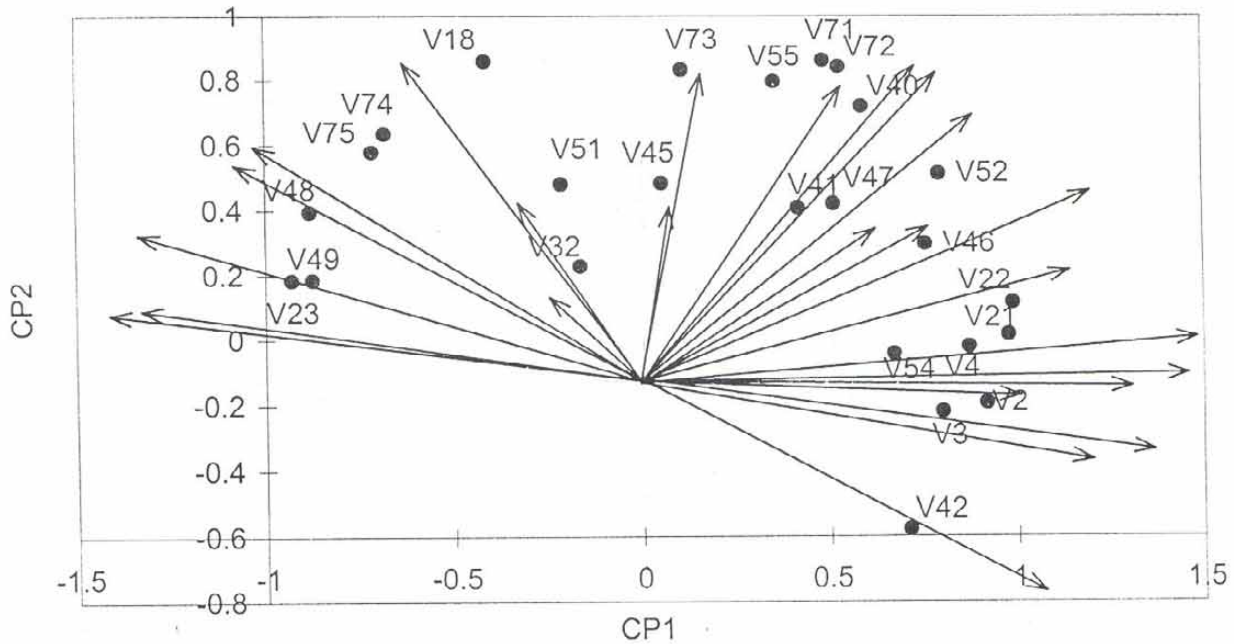


Figura 2. Dispersión de variables originales cuantitativas correlacionadas con sus vectores propios determinados para los dos primeros componentes principales en siete orígenes de las variedades de maíz CP-V-20 y Huamantla, Montecillo, México. 1997.

Cuadro 4. Vectores característicos asociados a los tres primeros componentes principales del análisis de 25 variables cuantitativas en siete tratamientos de las variedades de maíz CP-V-20 y Huamantla. Montecillo, México. 1997.

Variable original	Vector característico CP1	CP2	CP3
V2: Longitud 1a. Hojuela	0.271468 *	-0.074786	0.138444
V3: Ancho 1a. Hojuela	0.236480 *	-0.085259	0.229719 *
V4: Relación long./ancho	0.257478 *	-0.008248	-0.186266
V18: Número de macollos	-0.122913	0.333269 *	0.044561
V21: Long. Entrenudos inferiores	0.288583 *	0.006056	-0.049480
V22: Long. Entrenudos superiores	0.292295 *	0.044385	0.022616
V23: Diámetro tallo	-0.259614 *	0.072266	-0.177962
V32: Número ramas laterales	-0.048833	0.088876	0.392078 *
V40: Longitud de panoja	0.174971	0.279256 *	-0.128932
V41: Long. Eje principal	0.123642	0.158328	-0.329461 *
V42: Long. Pedúnculo	0.210198 *	-0.224137 *	0.134471
V45: Relación hm/hp	0.015801	0.187256	0.348177 *
V46: Altura de planta (hp)	0.223753 *	0.115511	0.233709 *
V47: Altura de mazorca (hm)	0.151667	0.163180	0.304526 *
V48: Ancho hoja	-0.261521 *	0.153458	0.064818
V49: Número mazorcas/planta	-0.275918 *	0.071586	0.084644
V51: Longitud mazorca	-0.063428	0.186275	-0.337468 *
V52: Diámetro mazorca	0.235165 *	0.198742	0.035403
V54: Número hileras/mazorca	0.198521	-0.016735	-0.299728 *
V55: Granos/ hilera	0.105713	0.309068 *	0.027502
V71: Peso mazorca	0.144864 *	0.333135 *	-0.018548
V72: Peso grano	0.156998	0.326443 *	0.015375
V73: peso olote	0.032675	0.323101 *	-0.202428 *
V74: Floración masculina	-0.212165 *	0.224725 *	0.121584
V75: Floración femenina	-0.202299 *	0.246512 *	0.133247

Cuadro 5. Vectores característicos asociados a los tres primeros componentes principales del análisis de 37 variables cualitativas en siete tratamientos de las variedades de maíz CP-V-20 y Huamantla. Montecillo, México. 1997.

Variable original	Vector característico CP1	CP2	CP3
V1: Antocianinas hojuela	0.66660 *	0.500961 *	-0.044527
V5: Forma hojuela	0.01020	0.038738	-0.129068
V6: Ángulo hoja/tallo	0.075821	0.073572	0.071635
V7: Disposición de lámina	-0.034923	0.108033	-0.070739
V8: Ángulo hojas arriba maz.	0.127898	-0.005392	0.042402
V9: Ángulo hojas abajo maz.	0.243983 *	0.119236	-0.072391
V10: Ondulac. Margen laminar	0.198935 *	0.054178	-0.060623
V11: Arrugas longitudin. Hoja	0.196056 *	0.081653	-0.055822
V12: Color lámina	-0.182281 *	-0.015601	0.087878
V13: Coloración vainas	0.090806	-0.020921	-0.077337
V14: Color vaina en base tallo	-0.072822	0.002956	-0.100605
V15: Coloración aurícula	0.000000	0.000000	-0.000000
V16: Pubescencia margen hoja	-0.376534 *	-0.010297	0.069409
V17: Zig zag tallo	0.000867	0.082802	-0.010555
V19: Coloración nudos	0.141818	0.078016	-0.308488 *
V24: Cubrimiento panoja	-0.000865	-0.082802	0.010555
V26: Antoc. en base de glumas	0.343002 *	0.399371 *	0.416962 *
V27: Antoc. sin base de glumas	0.098979	0.008580	0.574048 *
V28: Antocianinas anteras	0.000000	0.000000	-0.000000
V29: Densidad espiguillas	0.029110	0.175050	-0.144398
V30: Forma espiga	0.112647	-0.382433 *	0.215982 *
V31: Posición ramas laterales	0.145120	-0.354575 *	-0.059176
V33: Ramas secundarias	0.156245	-0.161564	-0.025632
V35: Antocianinas estigmas	-0.009640	0.023226	0.175009
V36: Intesidad antocianinas	-0.127750	0.009576	0.077374
V37: Colorac.base de estigmas	-0.017742	0.023035	-0.058340
V38: Desarrollo de filodios	0.080636	0.300530	-0.164057
V39: Antocianinas vaina	0.022511	-0.045085	-0.105718
V43: Longitud ramas laterales	-0.049866	-0.061659	-0.035745
V53: Forma mazorca	0.018708	-0.132946	0.106974
V56: Disposición hileras mazorca	-0.204028 *	0.130349	0.400436 *
V57: Tipo de grano	0.013133	-0.161164	0.084251
V58: Color de grano	-0.000000	-0.000000	0.000000
V59: Color dorsal de grano	-0.000000	-0.000000	0.000000
V60: Color de endospermo	0.000000	0.000000	-0.000000
V61: Forma corona de grano	0.622290 *	0.199404 *	-0.006317
V62: Coloración glumas (olote)	0.000000	0.000000	0.000000

Los ángulos de los vectores propios (Eigervectores) reflejan las correlaciones entre variables (Sánchez *et al.*, 1993) ; así las variables cuantitativas con mayor grado de correlación (Figura 2) fueron: V2 y V3, V21 y V22, V23 y V49, V71 y V72, V74 y V75, respectivamente. De igual forma, la magnitud de cada vector indica el grado de variación de una variable; por lo cual las siguientes pueden ser las más adecuadas para clasificar o diferenciar unos materiales de otros : V2, V3, V4, V18, V21, V22, V23, V40, V42, V46, V48, V49, V52, V55, V54, V71, V72, V73, V74 y V75.

Para las variables cualitativas, las tres primeras componentes principales explicaron en 83 % la variación total acumulada. En el cuadro 5 se observa un grupo compacto de variables que aportaron bastante a la variación en los tres componentes principales. No obstante, las variables con mayor contribución en los dos primeros componentes principales fueron: V1, V9, V16, V26, V30, V31, V56 y V61; los cuales permiten en gran medida, diferenciar y separar los materiales para ser considerados dentro la identificación varietal.

Smith y Smith (1989) indican que cuando hay correlación entre caracteres, no es válido eliminar los mismos, basados sobre el peso que ejercieran en los componentes principales, principalmente si su contribución es mínima, ya que ésta puede ser debida a la sensibilidad de los materiales probados a las condiciones ambientales y a sus correlaciones entre caracteres.

La dispersión de los siete tratamientos sobre el plano determinado para las dos primeras CP (Figura 3) presentó cuatro grupos claramente diferenciados. El primer grupo conformado por el tratamiento T2 difirió del segundo integrado por T6 y T7 por el CP 2 y de los grupos 3 y 4 conformados por T1, T3 y T4 , respectivamente para el CP 1. Es probable que T1 y T5 que están separados por el CP 2, puedan llegar a conformar un grupo compacto junto con el T3 y T4 como intermedios y con caracteres diferenciados entre ambos extremos; sin embargo, por razones de una separación lógica de los planos por el CP 2, se consideró T5 en un solo grupo: el cuarto.

Las variables cualitativas que presentaron vectores de mayor magnitud (Figura 4), ó alta variación para diferenciar los materiales unos de otros fueron: V1, V9, V16, V26, V30, V31, V56 y V61, mientras que las variables con vectores muy pequeños fueron : V5, V6, V7, V14, V24, V37, V39 y V43, que se encontraron próximos al origen y presentaron poca variación. Finalmente, las variables sin contribución a la variación (Cuadro 5) ó nulas (cero), fueron: V15, V17, V28, V58, V59, V60 y V62. En el caso de la evaluación de materiales o variedades en ambientes. Esto es muy útil, porque los mismos tienen un comportamiento promedio en todos los ambientes, lo cual indica que se encuentran cercanos ó en el origen de sus componentes principales (Rincón *et al.*, 1997) .

Mantenimiento varietal

En la caracterización efectuada en los orígenes de CP-V-20 y de Huamantla (Testigo), se observaron algunos cambios en la expresión de ciertos caracteres cuantitativos, dando como resultado una amplia variabilidad entre tratamientos y muy ligera dentro de cada tratamiento.

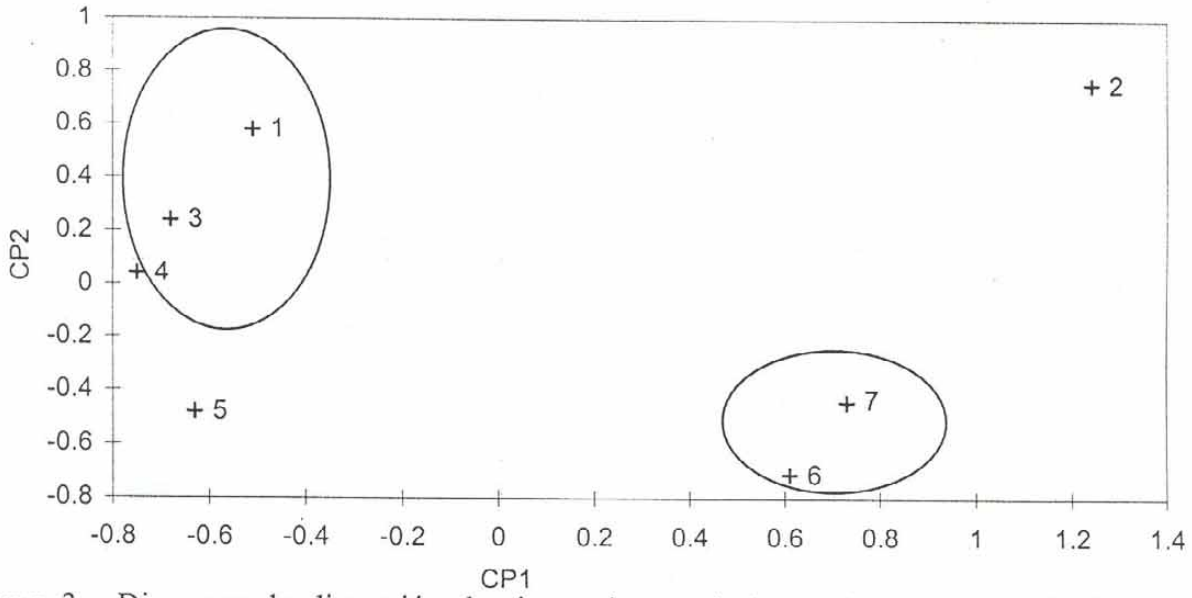


Figura 3. Diagrama de dispersión de siete orígenes de las variedades de maíz CP-V-20 y Huamantla con base en las dos primeras componentes principales del análisis de caracteres cualitativos sujetos a descripción varietal. Montecillo. México. 1997.

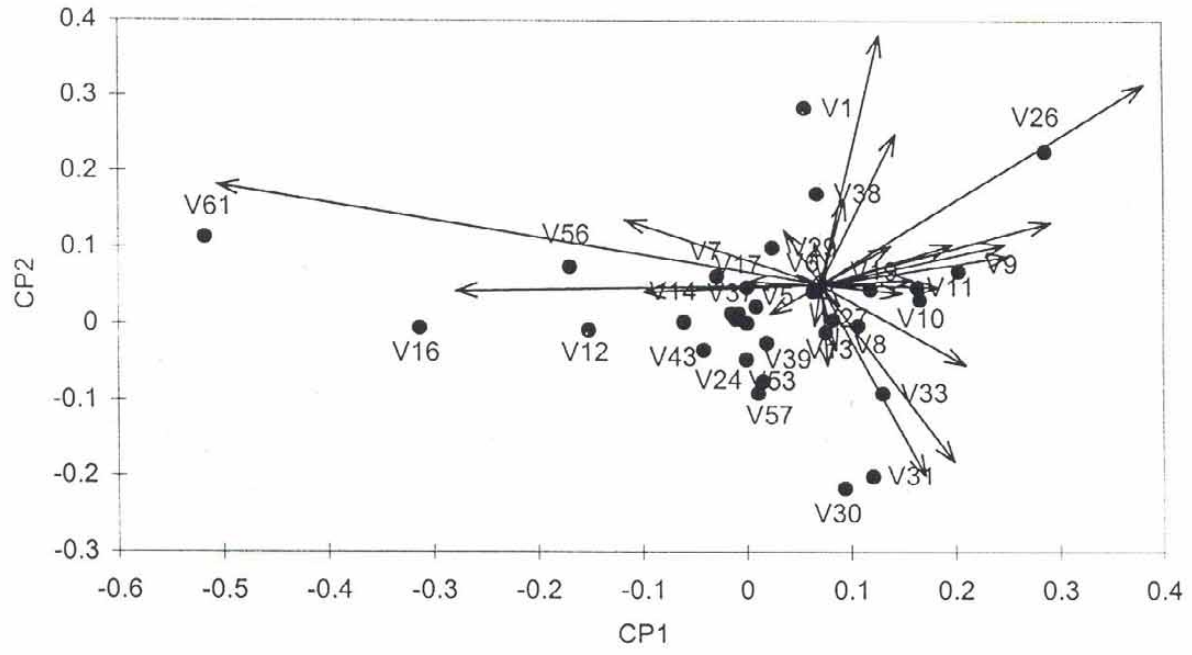


Figura 4. Dispersión de variables cualitativas asociadas con sus vectores propios determinados para los dos primeros componentes principales en siete orígenes de las variedades de maíz CP-V-20 y Huamantla, Montecillo. México. 1997.

Igualmente, se observó un comportamiento diferente del tratamiento T2 (origen TEC-87), que presentó valores bajos en algunos caracteres; la razón ya ha sido ampliamente discutida, adicionalmente se asume que apenas se habrían practicado dos ciclos de mantenimiento después de su incorporación al proyecto de mantenimiento varietal en 1985.

Respecto a los tratamientos T1, T3, T4 y T5 distintos orígenes de CP-V-20, mostraron una ligera variabilidad en sus caracteres cuantitativos, atribuyéndose tal hecho a la selección adicional practicada en los ciclos de mantenimiento a partir del ciclo cero por selección familial de medios hermanos dentro de lo permitido por la "selección correctiva" sugerida por Carballo (1993). Los tratamientos T6 y T7 u orígenes de la variedad Huamantla, presentaron mayor variabilidad de los caracteres cualitativos y cuantitativos comparados con los orígenes de CP-V-20, atribuyéndose al manejo y tipo de multiplicación practicados en dichos materiales, con posibles cambios en las frecuencias génicas de la población, presuponiendo de esa manera cierto sesgo en el mantenimiento de la pureza e identidad varietal respecto al material original liberado en 1981.

De acuerdo con los objetivos e hipótesis planteados, se detectaron ligeros cambios en los ciclos de mantenimiento de CP-V-20 y mayores en los orígenes de Huamantla, consecuentemente es probable que no todos los materiales conserven su identidad varietal en 100%; sobre todo, si fueron sometidos a una selección adicional y posible mejoramiento intrapoblacional.

CONCLUSIONES

La comparación de medias presentó diferencias altamente significativas entre tratamientos para la mayor parte de los caracteres cuantitativos, mostrando así la variabilidad entre los ciclos de mantenimiento, lo que indica la dificultad en la multiplicación y conservación de la identidad varietal.

Los caracteres cualitativos no presentaron grandes diferencias en valores de escala, observándose cierta uniformidad en la mayoría de los siete tratamientos comparados, excepto CP-V-20 CMII (T2), Huamantla V-23 (T6) y Huamantla (T7), que mostraron diferencias para algunos caracteres.

El análisis de componentes principales determinó que las variables cuantitativas con mayor variación para la diferenciación de los siete materiales estudiados fueron 18: V2, V3, V4, V18,V21, V22, V23, V40, V42, V46, V48, V49, V52, V54, V55, V71, V72 y V73; mientras que en las variables cualitativas las más importantes fueron ocho: V1, V9, V16, V26, V30, V31, V56 y V61, respectivamente.

Se detectaron ciertos cambios en los caracteres cuantitativos, siendo muy ligeros en los ciclos de mantenimiento de CP-V-20 y más acentuados en los orígenes correspondientes a Huamantla (V-23), ocasionando posibles cambios en las frecuencias génicas debidos a una selección adicional en el primer caso y forma de incremento y manejo llevado a cabo en el segundo.

La alta variabilidad observada en algunos caracteres cuantitativos puede ser atribuida a la interacción genotipo-ambiente, de manera que ellos no constituyen parámetros fijos y estables, por lo cual deben ser tomados con cuidado para fines de mantenimiento de la identidad del material.

BIBLIOGRAFÍA

Carballo C., A y M. Monroy. 1979. Evaluación de la aptitud combinatoria general y específica de las líneas básicas del Bajío en sus diferentes incrementos para su mantenimiento. Fitotecnia 1:1-6

Carballo C., A. y A. M. Mendoza R. 1981. Huamantla (V-23), nueva variedad temporalera de maíz para el Estado de Tlaxcala. Folleto técnico N°6. SARH-INIA. 8p.

Carballo C., A. 1993. La calidad genética y su importancia en la producción de semillas. En: Situación actual de la producción, investigación y comercio de semillas en México. Memoria del III Simposio Mexicano sobre Semillas Agrícolas. Torreón, Coah. Esparza M. (eds). SOMEFI. Chapingo, México. pp. 80-101.

CIAT. 1983. Metodología para obtener semilla de buena calidad; arroz, frijol, maíz, sorgo. Comp. Edit. Unidad de Semillas, Cali, Colombia. 200 p.

Copeland L., O. and M.B. McDonald. 1995. Principles of Seed Science and Technology. Burgess publishing Company. Minneapolis, Minessota. 369 p.

Douglas J., E. 1991. Programas de Semillas, guía de plancación y manejo. Trad. de la 1a. en inglés; 2da. reimpresión. CIAT, Cali, Colombia. 357 p.

Estrada G., A. 1991. Mantenimiento del cultivar de maíz CP-V-20 (P.L.). Avances de investigación, 1990 (resúmenes). Centro de Genética y PIPS, Colegio de Postgraduados. p. 23.

García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 3a. ed. México. 246 p.

Laverack G., K. 1994. Management of breeders seed production. Seed Sci. & Technol.:22, 551-536.

Manly B., F. J. 1986. Multivariate statistical methods: A primer. Edited by Chapman & Hall. N.Y. USA. p. 61,62.

Márquez S., F. 1991. Genotécnia Vegetal, métodos, teoría y resultados. Tomo III. A.G.T. Editor, S.A., México, D.F. p. 437.

Martínez G., A. 1996. Diseños Experimentales, métodos y elementos de teoría. 1a. reimpresión. Edit. Trillas, S.A., México, D.F. pp. 109-149.

Orozco M., F. 1990. Tamaño de muestra para descripción varietal en lineas endogamicas de maíz (*Zea mays L.*). Tesis M.C., Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México, 102 p.

Rincón F., B. Johnson, J. Crossa, and S. Taba. 1997. Identifying subsets of maize accessions by three-mode principal components analysis. Crop Sci. 37: 1936-1943.

SAGAR-SNICS. 1996. Guía técnica para descripción varietal en maíz (*Zea mays L.*). Elaborada por especialistas en Cereales, basada en principios de la UPOV. En prensa, México. 21 p.

Sánchez G., J. J., M. Goodman, and J.O. Rawlings. 1993. Appropiate characteres for racial classificatión in maize. Econ. Bot. 47(1): 44-59.

S.A.S. 1985. SAS. user's guide: statistics. 5th. SAS Institute Inc. Cary. N.C. 956 p.

Smith J.,S.C. and O.S. Smith. 1989. The description and assessment of distance between inbred lines of maize: I. the use of morphological traits as descriptors. Maydica 34:141-150

Sneep, J. and A. J.T. Hendriksen. 1979. Plant breeding perspective. Centre for Agricultural publishing and documentation. Wageningen. Netherland. 435 p.

Virgen V., J. 1991. Caracterización de genotipos de maíz y su utilidad en el mantenimiento varietal. Tesis M.C., Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México. 100 p.